

Aktivitas Peroksidase dan Kandungan Asam Salisilat dalam Tanaman Cabai Merah yang Diinduksi Ketahanannya terhadap Cucumber Mosaic Virus Oleh Ekstrak Daun *Clerodendrum paniculatum*

Peroxidase Activity and Salicylic Acid Content of Resistant Red Chilli Plant to Cucumber Mosaic Virus (CMV) Induced by Leaf Extract of *Clerodendrum paniculatum*

Hersanti* dan Toto Subroto**

*Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

**Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran

ABSTRAK

Ekstrak daun Pagoda (*Clerodendrum paniculatum*) merupakan salah satu agens penginduksi ketahanan sistemik tanaman cabai merah terhadap serangan Cucumber Mosaic Virus (CMV). Penelitian ini mengkaji aktivitas peroksidase dan kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya terhadap serangan CMV dengan menggunakan ekstrak daun *C. paniculatum*.

Tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya oleh ekstrak daun *C. paniculatum* terhadap serangan CMV menunjukkan rendahnya intensitas serangan CMV, rendahnya kandungan CMV, terjadi peningkatan aktivitas peroksidase 1,6 - 5 kali, dan peningkatan kandungan asam salisilat sebanyak 1,2 – 5 kali dibandingkan dengan tanpa induksi (kontrol). Terdapat keeratan hubungan yang sedang antara kandungan asam salisilat dengan aktifitas peroksidase ($r = 0,43$), keeratan hubungan yang rendah antara intensitas serangan CMV dengan kandungan CMV ($r = 0,24$), dan tidak terdapat keeratan antara intensitas serangan CMV dengan kandungan asam salisilat ($r = 0,084$), intensitas serangan CMV dengan aktivitas peroksidase ($r = 0,065$) kandungan CMV dengan kandungan asam salisilat ($r = 0,013$), kandungan CMV dengan aktifitas peroksidase ($r = 0,068$).

Kata Kunci : *C. paniculatum*, CMV, Peroksidase, Asam salisilat, Ketahanan Sistemik Terinduksi

ABSTRACT

Clerodendrum paniculatum leaf extract is an inducer agent of systemic resistance of red chili to Cucumber Mosaic Virus (CMV). This experiment was objected to study the activity of peroxidase and the concentration of salicylic acid in the induced resistant plant to CMV by *C. japonicum* leaf extract.

The results showed that the induced resistant plant to CMV by leaf extract of *C. paniculatum* had a low CMV disease intensity, low concentration of Virus, increased the activity of peroxidase enzyme 1,6 – 5 times; increased the salicylic acid content 1,2 – 5 times. There were middle interaction effect between salicylic acid content with peroxidase activity ($r = 0,43$), low interaction effect between CMV disease intensity with CMV content ($r = 0,24$), and no interaction effect between CMV disease intensity with salicylic acid content (0,084), CMV disease intensity with peroxidase activity ($r = 0,065$), CMV content with salicylic acid content (0,013), and between CMV content and peroxidase activity ($r = 0,068$).

Key words: *C. paniculatum*, CMV, peroxidase, salycilic acid, Systemic Induce Resistance

PENDAHULUAN

Cucumber Mosaic Virus (CMV) merupakan virus utama pada tanaman cabai merah (Duriat dkk., 1992). Kerugian akibat serangan CMV dapat menurunkan jumlah dan bobot buah per tanaman berturut-turut sebesar 81,4% dan 82,3% (Sari dkk., 1997). Usaha pengendalian serangan CMV yang efektif, murah dan mudah diterapkan oleh petani adalah penggunaan varietas tahan. Sampai saat ini diketahui belum ada satupun varietas cabai merah yang tahan terhadap CMV.

Ketahanan tanaman terhadap patogen tidak selalu diperoleh melalui program pemuliaan tanaman. Ketahanan dapat diperoleh dengan menginduksi ketahanan dengan menggunakan suatu agens penginduksi. Ketahanan yang diperoleh dikenal dengan ketahanan sistemik terinduksi (Kuc, 1987). Salah satu agens penginduksi yang mempunyai kemampuan dalam menginduksi ketahanan cabai merah terhadap CMV adalah ekstrak daun Pagoda (*Clerodendrum paniculatum*) (Hersanti, 2003; Hersanti dkk., 2003).

Ketahanan Sistemik Terinduksi (KST) pada berbagai tanaman terhadap serangan patogen akibat aplikasi agens penginduksi tidak terlepas dari peran senyawa-senyawa tertentu dan *PR-protein* (*Pathogenesis Related-protein*) seperti peroksidase, kitinase, β -1,3 glukonase, β -1,4glukosidase, dan asam salisilat sebagaimana ditunjukkan oleh peningkatan aktivitas dan kadarnya (Wei *et al.*, 1996).

Asam salisilat (AS) memegang peran penting dalam KST. Asam salisilat terbentuk pada tanaman sebagai reaksi terhadap infeksi patogen. Beberapa produk dari gen KST mempunyai sifat antimikrobia atau dapat dimasukkan ke dalam kelas protein anti mikrobia. Protein itu antara lain berupa β ,1-3, Glukanase, kitinase, thaumatin, dan protein PR-1 (Kessman *et al.*, 1994).

Penelitian ini mengkaji aktivitas peroksidase dan kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya terhadap serangan CMV dengan menggunakan ekstrak daun *C. paniculatum*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dan Lboratorium Virologi Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang, dan Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran.

Bahan dan alat yang digunakan adalah tanaman cabai merah varietas Jatilaba, ekstrak daun *C. paniculatum*, ELISA kit, spektrofotometer untuk mengukur aktifitas peroksidase, *sentrifuge effendrof*, dan HPLC (*High Performance Liquidified Chromathography*) untuk mengukur kandungan asam salisilat.

Jumlah tanaman cabai merah yang digunakan adalah 10 tanaman cabai merah dan diulang tiga kali. Konsentrasi ekstrak daun yang digunakan adalah 50%, yang berasal dari 1 bagian daun dihaluskan ditambah 1 bagian air, kemudian disaring dengan kain muslin. Penginduksian dilakukan dengan mengoleskan ekstrak daun *C. paniculatum* pada dua daun diatas kotiledon tanaman cabai merah berumur \pm 4 minggu (4 daun sejati). Setelah kering angin (\pm 30 menit) dibilas dengan air. Inokulasi CMV dilakukan 24 jam setelah aplikasi ekstrak daun, yaitu mengoleskan air perasan daun tembakau yang telah terinfeksi CMV2-RIV yang sudah dicampur dengan larutan buffer fosfat dan carborendum pada daun ketiga dan keempat (di atas kedua daun yang telah diinduksi ekstrak daun *C. paniculatum*).

Parameter yang diamati adalah intensitas serangan CMV; kandungan CMV dengan I-ELISA, Kandungan asam salisilat dianalisis dengan menggunakan modifikasi metode Tenhaken dan Rubel (1997) dan Martinez *et al.* (2000); Aktifitas peroksidase dengan mengukur kadar protein menggunakan metode Lowry (1959) dalam Loebenstein dan Lindsey (1961) dengan waktu pengamatan 24 jam setelah aplikasi ekstrak daun *C. paniculatum*, 7 hari setelah inokulasi (HSI) CMV, 14 HSI dan 21 HSI. Perhitungan intensitas serangan CMV ditentukan dengan rumus :

$$I = \frac{\sum (nxv)}{NxV} \times 100\%$$

Keterangan:

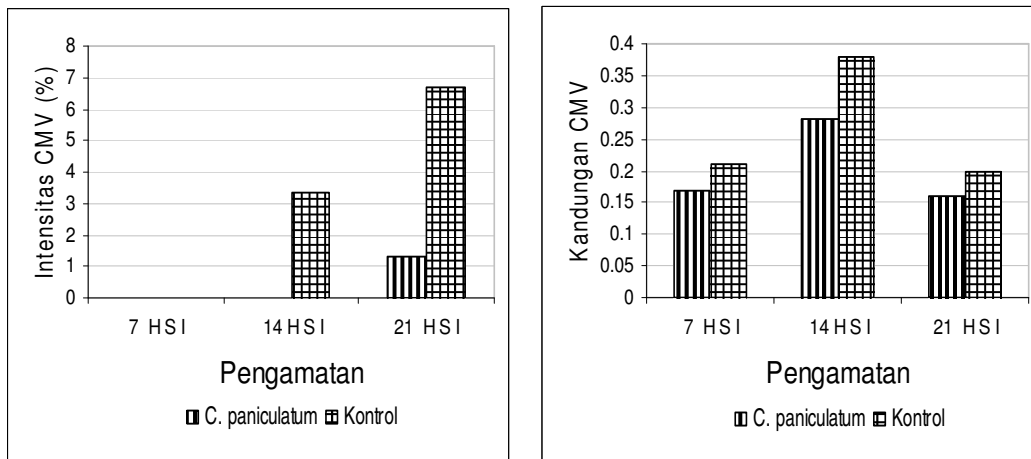
- I = Intensitas serangan
- n = jumlah tanaman dalam tiap katagori serangan
- v = nilai skala tiap katagori serangan
- V= nilai skala dari katagori serangan tertinggi
- N= banyaknya tanaman yang diamati

Skala serangan berdasarkan Dolores (1996) sebagai berikut :

- 0 = tanaman tidak menunjukkan gejala virus.
- 1 = tanaman menunjukkan gejala mosaik sangat ringan, atau tidak ada penyebaran sistemik
- 2 = tanaman menunjukkan gejala mosaik sedang
- 3 = tanaman menunjukkan gejala mosaik atau belang berat tanpa penciutan atau kelainan bentuk daun
- 4 = gejala mosaik atau belang berat dengan penciutan atau kelainan bentuk daun
- 5 = gejala mosaik atau belang sangat berat dengan penciutan atau kelainan bentuk daun yang parah, kerdil atau mati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengamatan 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI) CMV tidak terdapat gejala tanaman cabai merah terserang CMV, walaupun kedua perlakuan mengandung CMV. Munculnya gejala tanaman cabai merah terserang CMV terjadi pada saat 14 HSI CMV yaitu pada perlakuan kontrol. Sedangkan pada tanaman cabai merah yang diinduksi *C. paniculatum* tidak terdapat gejala CMV. Gejala tanaman cabai merah terserang CMV yang diinduksi ekstrak daun *C. paniculatum* terjadi pada pengamatan 21 HSI.

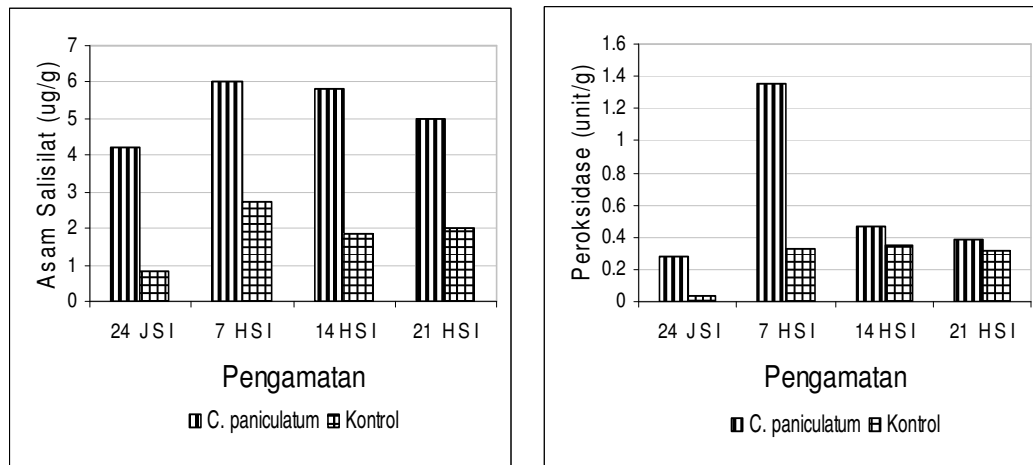


Gambar 1. Grafik Intensitas Serangan CMV dan Kandungan CMV dalam Daun Cabai Merah

Hasil pengamatan Intensitas serangan CMV dan kandungan CMV pada tanaman yang diinduksi ekstrak daun *C. paniculatum* lebih rendah dibandingkan dengan tanaman cabai tanpa induksi (Gambar 1). Hal ini diduga terdapat senyawa aktif dalam ekstrak daun *C. paniculatum* yang bersifat antiviral yang mampu menghambat replikasi virus dan transportasi virus. Kemampuan senyawa aktif dari suatu ekstrak tumbuhan yang mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap virus diteliti oleh Prasa *et al.* (1995)

dan Olivieri *et al.* (1996) yang menemukan 2 protein dalam ekstrak daun *Clerodendrum inerme* yaitu CIP-29 dan CIP-34 yang mampu menginduksi ketahanan sistemik tanaman tembakau terhadap Tobacco Mosaic Virus. Hasil penelitian Verma *et al.* (1996) ditemukan senyawa aktif dalam ekstrak daun *Clerodendrum aculeatum* yaitu protein yang berukuran 34 kDA yang dapat menyebabkan daun tembakau menjadi imun terhadap virus.

Ketahanan terinduksi pada tanaman berhubungan erat dengan kandungan asam salisilat yang merupakan reseptor yang akan mengaktifkan terbentuknya *Pathogenesis Related-Protein* (PR-protein) (Kuc & Tuz, 1991). Hasil pengamatan terlihat bahwa ekstrak daun *C. paniculatum* mampu meningkatkan kandungan asam salisilat dalam daun cabai merah (Gambar 2). Rata-rata kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang diinduksi ekstrak *C. paniculatum* meningkat 1,2 – 5 kali dibandingkan dengan tanaman kontrol baik pada saat pengamatan 24 jam setelah penginduksian sampai 21 HSI CMV. Hasil ini sesuai dengan penelitian Yalpani *et al.* (1993) bahwa kadar asam salisilat pada daun tembakau yang sebelumnya diinokulasi CMV meningkat sebanyak 70 kali dibandingkan sebelum diinokulasi CMV.



Gambar 2. Kandungan Asam Salisilat dan Aktivitas Peroksidase dalam Daun Cabai Merah

Hasil pengamatan aktifitas peroksidase terlihat bahwa tanaman cabai merah yang diaplikasikan dengan ekstrak daun *C. paniculatum* lebih tinggi 1,6 - 5 kali dibandingkan dengan tanaman cabai kontrol (tanpa induksi). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun *C. paniculatum* mampu menginduksi aktifitas peroksidase.

Menurut van Loon *et al.* (1994) peroksidase merupakan suatu kelompok *PR-protein* dari golongan *PR-9* yang terakumulasi pada saat tanaman sakit atau sejenisnya. Selain itu peningkatan aktivitas enzim peroksidase dipengaruhi juga oleh adanya serangan virus. Menurut Zhou *et al.* (1992) ekspresi meningkatnya aktifitas peroksidase diakibatkan tanaman terinfeksi patogen termasuk virus yang akan berkorelasi dengan tingkat ketahanan terhadap virus.

Hasil perhitungan koefisien korelasi antara empat peubah yang diamati disajikan pada Tabel 1. Derajat keeratan hubungan antara variabel yang dianalisis dapat dilihat dari nilai koefisien korelasinya Nilai $0,7 < r \leq 1,0$ menunjukkan keterkaitan yang erat, $0,4 < r \leq 0,7$ sedang, $0,2 < r \leq 0,4$ rendah, dan $r \leq 0,2$ adalah tidak berkaitan (Djarwanto dan Subagyo, 1993).

Tabel 1. Matrik Koefisien antar Intensitas Serangan CMV, Kandunga CMV, Kandungan Asam Salisilat, dan Aktivitas Peroksidase pada Tanaman Cabai Merah yang Diinduksi Ekstrak *C. paniculatum*

Variabel respon pada daun		Variabel respon pada daun			
		X1	X2	X3	X4
Intensitas serangan penyakit CMV	X1	1			
Konsentrasi Virus	X2	0,24	1		
Kandungan asam salisilat	X3	0,084	0,013	1	
Aktivitas enzim peroksidase	X4	0,065	0,068	0,427	1

Pada Tabel 1 terlihat bahwa derajat keeratan rendah terjadi antara intensitas serangan CMV dengan kandungan CMV dengan nilai korelasi (r) = 0,24. Hasil ini menunjukkan bahwa intensitas serangan CMV tidak begitu dipengaruhi oleh kandungan CMV dalam tanaman cabai merah. Diduga ini disebabkan tanaman cabai merah yang diinduksi ekstrak daun *C. paniculatum* mampu menghambat gejala serangan CMV. Menurut Nicks (1993) tingkat kerusakan atau gejala yang muncul pada tanaman tidak selalu berkorelasi positif dengan tingkat kandungan virus dalam tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa induksi dengan ekstrak daun *C. paniculatum* membuat tanaman cabai merah kultivar Jatilaba yang bersifat rentan meningkat derajat ketahanannya menjadi toleran. Tanaman toleran virus adalah tanaman yang rentan terhadap infeksi virus, tetapi tidak menunjukkan gejala yang jelas sehingga menghasilkan gejala laten (Cooper & Jones, 1983).

Nilai koefisien korelasi antara intensitas serangan CMV dan kandungan asam salisilat (r) = 0,084. Nilai ini menunjukkan tidak terdapat ketereratan antara kandungan

asam salisilat dengan intensitas serangan CMV. Hasil ini menunjukkan bahwa intensitas serangan CMV tidak dipengaruhi oleh kandungan asam salisilat. Hasil ini tidak sesuai dengan penelitian Murphy *et al.* (2001) bahwa kandungan asam salisilat menghambat pergerakan virus dari satu sel ke sel lainnya dan pergerakan virus secara sistemik keseluruhan bagian tanaman.

Koefisien korelasi antara aktivitas peroksidase dengan kandungan CMV dalam tanaman cabai merah yang diinduksi *C. paniculatum* yaitu sebesar $r = 0,068$. Nilai ini menunjukkan tidak terjadi keamatan antara aktivitas enzim peroksidase dengan kandungan CMV. Tidak terkaitnya kedua peubah tersebut diduga disebabkan aktivitas peroksidase secara langsung tidak berpengaruh terhadap replikasi virus, tetapi berpengaruh terhadap pembentukan lignin. Peroksidase adalah senyawa yang mengkatalis reaksi oksidasi hydrogen peroksida dengan monomer-monomer lignin seperti : *r*-kumaril alkohol, koniferil alkohol, dan sinapsis alkohol menjadi polimer berupa lignin (Hopkins, 1999; McKee & McKee, 1999).

Hasil pengamatan antara intensitas serangan CMV dengan aktivitas peroksidase menunjukkan tidak ada keamatan hubungan antara keduanya dengan nilai $r = 0,065$. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Gupta *et al.* (1990) yang menyatakan bahwa tanaman yang tahan terhadap penyakit cenderung memperlihatkan aktivitas peroksidase yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman rentan. Rendahnya keterkaitan antara aktivitas peroksidase dengan intensitas serangan pada percobaan ini sejalan dengan penelitian Herison (2002) bahwa aktivitas peroksidase tidak berkorelasi dengan ketahanan cabai merah terhadap serangan CMV. Berbedanya pengaruh aktivitas peroksidase disebabkan perbedaan respons gejala penyakit yang ditimbulkannya. Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa mekanisme pertahanan yang melibatkan aktivitas peroksidase tampaknya bekerja pada infeksi oleh jamur dan virus yang menghasilkan respons hipersensitif (Keppler *et al.*, 1989; Hutcheson, 1998; Gupta *et al.*, 1990;). Sedangkan interaksi antara tanaman cabai merah dengan CMV menghasilkan gejala penyakit yang sistemik.

Nilai koefisien korelasi antara kandungan asam salisilat dengan kandungan CMV adalah 0,013. Nilai ini menunjukkan tidak terdapat keamatan hubungan diantara kedua peubah tersebut. Hasil percobaan ini sejalan dengan penelitian Naylor *et al.* (1998) bahwa induksi asam salisilat tidak dapat mempengaruhi replikasi CMV pada tanaman tembakau, tetapi dapat menghambat pergerakan virus.

Peroksidase merupakan salah satu *PR-protein* yang berperan dalam ketahanan tanaman terhadap penyakit. Hasil pengamatan koefisien korelasi antara aktivitas peroksidase dengan kandungan asam salisilat sebesar $r = 0,427$, dengan derajat keeratan sedang. Hasil itu menunjukkan bahwa kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang agak berpengaruh terhadap peningkatan aktifitas enzim peroksidase. Hasil penelitian Murphy *et al.* (2001) bahwa asam salisilat merupakan sinyal transduksi yang salah satu cabangnya mengaktifkan *PR-protein*, termasuk peroksidase. Menurut Molina *et al.* (1998), aktivasi gen *PR-protein* tidak selalu bersamaan dengan peningkatan kandungan asam salisilat, dan pengaruh penginduksian oleh suatu agen mempunyai kespesifikan jenis *PR-protein* yang diinduksinya.

KESIMPULAN

Tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya oleh ekstrak daun *Clerodendrum paniculatum* terhadap serangan CMV menunjukkan rendahnya intensitas serangan CMV, rendahnya kandungan CMV, terjadi peningkatan aktivitas peroksidase 1,6 - 5 kali, dan peningkatan kandungan asam salisilat sebanyak 1,2 - 5 kali dibandingkan dengan tanaman cabai merah tanpa diinduksi (kontrol). Terdapat keeratan hubungan yang sedang antara kandungan asam salisilat dengan aktifitas peroksidase ($r = 0,43$), keeratan hubungan yang rendah antara intensitas serangan CMV dengan kandungan CMV ($r = 0,24$), dan tidak terdapat keeratan antara intensitas serangan CMV dengan kandungan asam salisilat ($r = 0,084$), intensitas serangan CMV dengan aktivitas peroksidase ($r = 0,065$) kandungan CMV dengan kandungan asam salisilat ($r = 0,013$), kandungan CMV dengan aktifitas peroksidase ($r = 0,068$).

DAFTAR PUSTAKA

- Djarwanto, dan P. Subagyo. 1993. Statistik Induktif. Cetakan ke-4. BPE- Yogyakarta. 327 hlm.
- Dean, R. and J. Kuc. 1986. Induced systemic protection in cucumber : time of the "signal". *Phytopathology* 66:204-208.
- Dolores, LM. 1996. Management of Pepper Viruses. Pp.: 334-342. *In* AVNET-II Final Workshop Proceedings. AVDRC. Tainan, Taiwan.

- Duriat, AS., Y. Sulyo, R. Sutarya., A. Muharam, E. Korlina dan AA. Asandhi. 1992. Evaluasi penggunaan vaksin Carna-5 pada tanaman cabai. *Bul. Penel.Hort.* 22 (4): 41 – 48.
- Gupta, SK., PP. Gupta, TP. Yadava, and CD. Kaushik. 1990. Metabolic changes in mustard due to *Alternaria* leaf blight. *Indian Phytopathol.* 43(1): 64-69.
- Herison, C. 2002. Pola Pewarisan Karakter Ketahanan dan Toleransi terhadap Cucumber Mosaic Virus (CMV) pada Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). Disertasi Pasca Sarjana Universitas Padjadjaran. (tidak dipublikasikan). 145 hlm.
- Hersanti, 2003. Pengujian beberapa ekstrak tumbuhan sebagai agen penginduski ketahanan cabai merah terhadap Cucumber Mosaic Virus (CMV). *J. Agrik.* 14(3) : 160-165.
- Hopkins, WG. 1999. *Introduction to Plant Physiology.* 2nd edition. Academy Press. New York.
- Hutcheson, SW. 1998. Current concepts of active defense in plants. *Annu. Rev. Phytopathology* 36: 59-90.
- Keppler, LD., CJ. Baker, and MM. Atkinson. 1989. Active oxygen production during a bacteria-induced hypersensitive reaction in tobacco suspension cells. *Phytopathology* 79 : 974-978.
- Kessmann, H., T. Staub, C. Hofmann, T. Maetzke, J. Herzog, E. Ward, S. Uknes and J. Ryals. 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. *Annu. Rev. Phytopathol.* 32 : 439-459.
- Kuc, J. 1987. Plant Immunization and its Applicability for Disease Control. Pp. 225-272. *In* I. Chet (Ed.). *Innovative Approaches to Plant Disease Control.* John Wiley and Sons, New York.
- Louws, FJ., KH. Mary, FK. John, and TS. Cristine. 1996. Impact of reduced fungicide and tillage on blight, fruit root and yield processing tomatoes. *Plant Dis.* 80: 1251-1256.
- Loebenstein, G. and NN. Lindsey. 1961. Peroxidase activity in virus infected potatoes. *Phytopathology* 51: 533-537.
- Mc.Kee, T. and J. Mc. Kee. 1999. *Biochemistry : An introduction.* Second ed. Mc.Graw-Hill. New York.
- Molina, A., MD. Hunt and JA. Ryals. 1998. Impaired fungicide activity in plants blocked in disease resistance signal transduction. *Plant Cell* 10: 1903 - 1914.
- Murphy, AM., A. Gilliland, CE. Wong, J. West, DP. Singh and JP. Carr. 2001. Signal transduction in resistance to plant viruses. *Euro.J. Plant Pathol.* 107 :121-128.
- Naylor, M., AM. Murphy, JO. Berry, and JP. Carr. 1998. Salicylic acid can induce resistance to plant virus movement. *Molecular Plant Microbe Interac.* 11:860-866.
- Nicks, RE., PR. Ellis, and JE. Palevliet. 1993. Resistance to Parasites. Pp. : 442-447. *In* M.D. Hayward, N.O. Bosemark, and I. Romagosa (Eds.) *Plant Breeding Principles and Prospects.* Chapman and Hall. London.

- Olivieri, F., P., Vivek, P. Valbonesi, S. Srivastava, P. Ghosal-Chowdhury, L. Barbieri, A. Bolognesi, and F. Stirpe. 1996. A systemic antiviral resistance-inducing protein isolated from *Clerodendrum inerme* Gaertn. Is a polynucleotide : adenosin glycosidase (Ribosome-inactivating protein). FEBS Letters 396 : 132 – 134.
- Prasad, V., S. Srivastava, and H. Verma. 1995. Two basic protein isolated from *Clerodendrum inerme* Gaertn are inducer of systemic antiviral resistance in susceptible plants. Plant Science 110 : 73 – 82.
- Sari, CN., IR. Suseno, Sudarsono, dan M. Sinaga. 1997. Reaksi sepuluh galur cabai terhadap infeksi isolat CMV dan PVY asal Indonesia. Prosiding Kongres Nasional dan Seminar Ilmiah PFI. Palembang 27-29 Oktober 1997. Hlm : 116-119.
- Tenhaken, R. and C. Rubel. 1997. Salicylic acid needed in hypersensitif cell death in soybean but does not act a catalase inhibitor. Plant Physiol. 115: 291-298.
- van Loon, LC., WS. Pierpoint, Th. Boller, and V. Conejero. 1994. Recommendations for naming plant pathogenesis-related proteins. Plant Molecular Biology Report. 12 : 245-264.
- Verma, HN., S. Srivastava, Varsha, and D. Kumar. 1996. Induction of systemic resistance in plants against Viruses by a basic protein from *Clerodendrum aculeatum* leaves. Phytopathology 86 : 485-492.
- Wei, G., JW. Kloepper, and S. Tuzun. 1996. Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. Phytopathology 86 : 221-224.
- Zhou, BW., SY. Liu, DY. Chen, Q. Yu, J. Yang, and C. Wang. 1992. Peroxidase in relation to varietal resistance to virus disease in rapeseed (*Brassica napus*). (Abstract). Oil Crops of China 2 : 52-54.